



10 / 540657

23 JUN 2005

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**Aktenzeichen:** 102 60 748.6

**Anmelddatum:** 23. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

**IPC:** F 01 L 13/04

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 10. Juli 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident  
Im Auftrag

Faust

5 20.12.2002

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

15 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit mindestens einem steuerbaren Einlassventil und mindestens einem steuerbaren Auslassventil, bei dem die Brennkraftmaschine in einer Startbetriebsart direkt gestartet wird und nach dem Start in mindestens einer weiteren Betriebsart betrieben wird.

20 Die vorliegende Erfindung betrifft ferner eine Brennkraftmaschine mit mindestens einem steuerbaren Einlassventil und mindestens einem steuerbaren Auslassventil, die in einer Startbetriebsart direkt gestartet wird und nach dem Start in mindestens einer weiteren Betriebsart betrieben wird.

25 Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung ein Steuergerät für eine gattungsgemäße Brennkraftmaschine sowie ein Computerprogramm für das Steuergerät.

30 Das Prinzip des Direktstarts bei Brennkraftmaschinen, d.h. das Starten der Brennkraftmaschine ohne elektrischen Starter oder dergleichen, ist bereits aus dem Stand der Technik bekannt.

Um einen sicheren Direktstart einer Brennkraftmaschine aus dem Stillstand zu ermöglichen, ist es erforderlich, Kraftstoff in einen Brennraum eines Zylinders der Brennkraftmaschine einzuspritzen, der sich gerade in einem 5 Arbeitstakt befindet. Bei der anschließenden Zündung des eingespritzten Kraftstoffs steigt der Druck in dem Zylinder an und treibt einen Kolben des Zylinders an, der über eine Kurbelwelle Arbeit abgibt.

10 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein gattungsgemäßes Betriebsverfahren sowie eine Brennkraftmaschine und ein Steuergerät hierfür derart weiterzuentwickeln, dass ein einfacher und sicherer Direktstart der Brennkraftmaschine gewährleistet ist.

15 Diese Aufgabe wird bei einem Betriebsverfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein während der Startbetriebsart verwendeter Startauslasszeitpunkt des Auslassventils zum Ausstoßen von Abgasen der Brennkraftmaschine zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) verwendeten 20 Standardauslasszeitpunkt verzögert wird und/oder dass ein während der Startbetriebsart verwendeter Schließzeitpunkt des Einlassventils zum Ansaugen von Frischgas zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) verwendeten Standardschließzeitpunkt verzögert wird.

25 Durch die erfindungsgemäße Verzögerung des Startauslasszeitpunkts gegenüber dem Standardauslasszeitpunkt ergibt sich eine bessere Umsetzung der während der ersten Verbrennung beim Direktstart der Brennkraftmaschine freigesetzten Brennenergie in 30 mechanische Arbeit, die zum Starten der Brennkraftmaschine nutzbar ist. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass ein größtmöglicher Anteil der Brennenergie zum Start der Brennkraftmaschine verwendet wird.

Ein weiterer positiver Effekt, der sich bei dem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren einstellt, ist die Verminderung eines Kompressionsdrucks in einem Brennraum des jeweiligen Zylinders der Brennkraftmaschine. Diese

5 Verminderung ergibt sich durch den geringeren Luftaufwand aufgrund der Verzögerung des Schließzeitpunkts des Einlassventils in der Startbetriebsart.

Die erfindungsgemäße Verzögerung des Startauslasszeitpunkts kann zusammen mit der Verzögerung des Schließzeitpunkts in

10 der Startbetriebsart eingesetzt werden. Es ist auch möglich, entweder nur die Verzögerung des Startauslasszeitpunkts oder die Verzögerung des Schließzeitpunkts in der Startbetriebsart einzusetzen.

Bei Ventiltriebssystemen mit Nockenwelle(n) wird

15 erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die Verzögerung durch Verstellen einer das Auslassventil steuernden Auslassnockenwelle und/oder einer das Einlassventil steuernden Einlassnockenwelle erfolgt. Insbesondere werden gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen

20 Betriebsverfahrens Phasensteller zur Verstellung der Nockenwelle(n) eingesetzt. Dabei ist es auch denkbar, mit einem Phasensteller gleichzeitig eine Einlassnockenwelle und eine Auslassnockenwelle zu steuern.

Eine andere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass

25 alternativ zu dem Phasensteller oder parallel dazu ein die Öffnungszeit des Einlassventils / Auslassventils beeinflussendes Ventiltriebssystem zur Verstellung der Einlassnockenwelle und/oder der Auslassnockenwelle verwendet wird.

30 Eine weitere, sehr vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Einlassnockenwelle und/oder die Auslassnockenwelle bereits bei einer Deaktivierung der

Brennkraftmaschine für einen nächsten Start in der Startbetriebsart verstellt werden. Damit entfällt die Notwendigkeit, die Nockenwelle(n) unmittelbar vor dem nächsten Start zu verstellen.

- 5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Einlassventil und/oder das Auslassventil durch einnockenwellenfreies Ventiltriebssystem, d. h. beispielsweise elektromagnetisch oder hydraulisch, gesteuert. Die erfindungsgemäße
- 10 Verzögerung des Startauslasszeitpunkts und des Schließzeitpunkts ist hiermit ebenfalls möglich und kann i.a. sogar mit geringerem mechanischem Aufwand realisiert werden.
- 15 Eine andere, sehr vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass ein Ventilhub des Einlassventils oder des Auslassventils variiert wird, wodurch die Direktstarteigenschaften der Brennkraftmaschine weiter verbessert werden können.
- 20 Sehr vorteilhaft ist auch eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der die Verzögerung mit steigender Drehzahl der Brennkraftmaschine schrittweise verringert wird. Es ist auch möglich, die Verzögerung bei Überschreiten einer vorgebbaren Mindestdrehzahl der Brennkraftmaschine zu deaktivieren, d.h. ohne eine schrittweise Verringerung.
- 25 Als eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist bei einer gattungsgemäßen Brennkraftmaschine und bei einem gattungsgemäßen Steuergerät vorgeschlagen, dass ein während der Startbetriebsart verwendeter Startauslasszeitpunkt des Auslassventils zum Ausstoßen von
- 30 Abgasen der Brennkraftmaschine zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) verwendeten Standardauslasszeitpunkt verzögerbar ist und/oder dass ein

während der Startbetriebsart verwendeter Schließzeitpunkt des Einlassventils zum Ansaugen von Frischgas zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) verwendeten Standardschließzeitpunkt verzögerbar ist.

5 Als noch eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein Computerprogramm für ein gattungsgemäßes Steuergerät angegeben.

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den

15 Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

Fig. 1-8 zeigen jeweils ein Ventil-Steuerdiagramm gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

20 Figur 9 zeigt ein Zustandsdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

Figur 10 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine.

In der Figur 10 ist eine Brennkraftmaschine 1 eines  
25 Kraftfahrzeugs dargestellt, bei der ein Kolben 2 in einem Zylinder 3 hin- und herbewegbar ist. Der Zylinder 3 ist mit einem Brennraum 4 versehen, der unter anderem durch den Kolben 2, ein steuerbares Einlassventil 5 und ein steuerbares Auslassventil 6 begrenzt ist. Die Steuerung des  
30 Einlassventils 5 und des Auslassventils 6 erfolgt über elektromagnetische Stellglieder, die nicht in Figur 10

dargestellt sind und ermöglicht eine flexible Verstellung von Ein- bzw. Auslasszeitpunkten. Mit dem Einlassventil 5 ist ein Ansaugrohr 7 und mit dem Auslassventil 6 ist ein Abgasrohr 8 gekoppelt.

5 Im Bereich des Einlassventils 5 und des Auslassventils 6 ragen ein Einspritzventil 9 und eine Zündkerze 10 in den Brennraum 4. Über das Einspritzventil 9 kann Kraftstoff in den Brennraum 4 eingespritzt werden. Mit der Zündkerze 10 kann der Kraftstoff in dem Brennraum 4 entzündet werden.

15 In dem Ansaugrohr 7 ist eine drehbare Drosselklappe 11 untergebracht, über die dem Ansaugrohr 7 Luft zuführbar ist. Die Menge der zugeführten Luft ist abhängig von der Winkelstellung der Drosselklappe 11. In dem Abgasrohr 8 ist ein Katalysator 12 untergebracht, der der Reinigung der 15 durch die Verbrennung des Kraftstoffs entstehenden Abgase dient.

20 Das Einspritzventil 9 ist über eine Druckleitung mit einem Kraftstoffspeicher 13 verbunden. In entsprechender Weise sind auch die Einspritzventile der anderen Zylinder der Brennkraftmaschine 1 mit dem Kraftstoffspeicher 13 verbunden. Der Kraftstoffspeicher 13 wird über eine Zuführleitung mit Kraftstoff versorgt. Hierzu ist eine Kraftstoffpumpe vorgesehen, die dazu geeignet ist, den erwünschten Druck in dem Kraftstoffspeicher 13 aufzubauen.

25 Weiterhin ist an dem Kraftstoffspeicher 13 ein Drucksensor 14 angeordnet, mit dem der Druck in dem Kraftstoffspeicher 13 messbar ist. Bei diesem Druck handelt es sich um denjenigen Druck, der auf den Kraftstoff ausgeübt wird, und mit dem deshalb der Kraftstoff über das Einspritzventil 9 30 in den Brennraum 3 der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt wird.

Im Betrieb der Brennkraftmaschine 1 wird Kraftstoff in den

Kraftstoffspeicher 13 gefördert. Dieser Kraftstoff wird über die Einspritzventile 9 der einzelnen Zylinder 3 in die zugehörigen Brennräume 4 eingespritzt. Die eingespritzte Kraftstoffmenge hängt dabei im wesentlichen von der 5 Einspritzzeit und von dem Kraftstoffdruck im Kraftstoffspeicher 13 ab.

Mit Hilfe der Zündkerzen 10 werden Verbrennungen in den Brennräumen 3 erzeugt, durch die die Kolben 2 in eine Hin- und Herbewegung versetzt werden. Diese Bewegungen werden 10 auf eine nicht-dargestellte Kurbelwelle übertragen und üben auf diese ein Drehmoment aus.

Ein Steuergerät 15 ist von Eingangssignalen 16 beaufschlagt, die mittels Sensoren gemessene Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 darstellen. Beispielsweise ist das 15 Steuergerät 15 mit dem Drucksensor 14, einem Luftmassensensor, einem Drehzahlsensor und dergleichen verbunden. Des Weiteren ist das Steuergerät 15 mit einem Fahrpedalsensor verbunden, der ein Signal erzeugt, das die Stellung eines von einem Fahrer betätigbaren Fahrpedals und 20 damit das angeforderte Drehmoment angibt. Das Steuergerät 15 erzeugt Ausgangssignale 17, mit denen über Aktoren bzw. Steller das Verhalten der Brennkraftmaschine 1 beeinflusst werden kann. Beispielsweise ist das Steuergerät 15 mit dem Einspritzventil 9, der Zündkerze 10 und dergleichen 25 verbunden und erzeugt die zu deren Ansteuerung erforderlichen Signale.

Unter anderem ist das Steuergerät 15 dazu vorgesehen, die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 zu steuern und/oder zu regeln. Beispielsweise wird die von dem Einspritzventil 30 9 in den Brennraum 4 eingespritzte Kraftstoffmasse von dem Steuergerät 15 insbesondere im Hinblick auf einen geringen Kraftstoffverbrauch und/oder eine geringe Schadstoffentwicklung gesteuert und/oder geregelt. Zu

diesem Zweck ist das Steuergerät 15 mit einem Mikroprozessor versehen, der in einem Speichermedium, insbesondere in einem Flash-Memory ein Computerprogramm abgespeichert hat, das dazu geeignet ist, die genannte

5 Steuerung und/oder Regelung durchzuführen.

Das Steuergerät 15 steuert auch das Einlassventil 5 und das Auslassventil 6 bzw. deren elektromagnetische Stellglieder, um Frischgas in einem Ansaugzyklus des Zylinders 3 in den Brennraum 4 zu saugen bzw. um Abgas in einem Ausstoßtakt aus dem Brennraum 4 in das Abgasrohr 8 auszustoßen. Bei der vorliegenden Erfindung ist eine besondere Ansteuerung des Einlassventils 5 und des Auslassventils 6 vorgesehen, um die Brennkraftmaschine 1 (Fig. 10) direkt, d.h. ohne Antrieb durch einen elektrischen Starter oder dergleichen, 15 zu starten.

Hierzu wird die Brennkraftmaschine 1, wie aus dem Zustandsdiagramm in Figur 9 ersichtlich, zum Start aus dem Stillstand 99 zunächst in eine Startbetriebsart 100 versetzt, aus der sie nach einer gewissen Zeit in die 20 Leerlaufbetriebsart 110 übergeht. Der gestrichelt gezeichnete Pfeil 120 aus Figur 9 deutet zusammen mit den vier Punkten in der rechten Hälfte des Zustandsdiagramms an, dass die Brennkraftmaschine 1 (Fig. 10) nach Erreichen der Leerlaufbetriebsart 110 noch weitere Betriebsarten 25 annehmen kann, bevor sie ggf. im Schritt 199 deaktiviert wird.

Der zeitliche Verlauf einer Ansteuerung des Einlassventils 5 und des Auslassventils 6 kann zur Veranschaulichung über dem Kurbelwinkel, angegeben in °KW, aufgetragen werden.

30 Eine solche Darstellung wird auch als Ventil-Steuerdigramm oder als Ventilhubkurve bezeichnet.

Figur 1 zeigt ein derartiges Ventil-Steuerdigramm für eine

erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei dem der linke Teil der durchgezogenen Kurve, der sich zwischen etwa 170°KW und 370°KW erstreckt, dem Auslassventil 6 zugeordnet ist, während der rechte Teil der durchgezogenen 5 Kurve, der sich zwischen etwa 350°KW und 560°KW erstreckt, dem Einlassventil 5 zugeordnet ist. Auch in den weiteren Ventil-Steuerdiagrammen der Figuren 2 bis 8 ist stets der linke Teil der Kurve des jeweiligen Ventil-Steuerdiagramms dem Auslassventil 6 und der rechte Teil der Kurve dem 10 Einlassventil 5 zugeordnet. Dies entspricht einem Teil eines regulären Arbeitszyklus der Brennkraftmaschine 1 (Fig. 10), in dem nach einer Verbrennung (nicht gezeigt) eines Luft-Kraftstoff-Gemisches im Brennraum 4 des Zylinders 3 (Fig. 10) das Abgas durch das Auslassventil 6 15 ausgestoßen und anschließend Frischgas durch das Einlassventil 5 hindurch angesaugt wird.

Die durchgezogene Kurve in Figur 1 stellt eine herkömmliche Ansteuerung des Auslassventils 6 und des Einlassventils 5 dar, wie sie beispielsweise in der Leerlaufbetriebsart 20 (Fig. 9) erfolgt.

Im Unterschied zu der herkömmlichen Ansteuerung sieht die vorliegende Erfindung in der ersten Ausführungsform gemäß Figur 1 vor, den Auslasszeitpunkt zu verzögern. Dies ist durch die in Figur 1 gestrichelt gezeichnete Kurve 25 symbolisiert, die eine erfindungsgemäße Ansteuerung des Auslassventils 6 darstellt und um etwa 20°KW bis 30°KW gegenüber der herkömmlichen Ansteuerung verschoben, d.h. verzögert ist. Die erfindungsgemäße Verzögerung ist zusätzlich durch die beiden in Figur 1 abgebildeten Pfeile 30 verdeutlicht.

Bei den oben angegebenen Werten des Kurbelwellenwinkels für die erfindungsgemäße Verzögerung handelt es sich um beispielhafte Werte, die je nach Brennkraftmaschine,

Umweltbedingungen und dergleichen stark variieren können. Dies gilt ohne Beschränkung der Allgemeinheit auch für alle weiteren genannten oder abgebildeten Kurbelwellenwinkelwerte.

5 Durch diese erfindungsgemäße Verzögerung ergibt sich eine bessere Umsetzung der während einer ersten Verbrennung beim Direktstart der Brennkraftmaschine 1 freigesetzten Brennenergie in mechanische Arbeit, die zum Starten der Brennkraftmaschine 1 nutzbar ist.

Ein ähnlicher Effekt kann gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung auch durch eine Verkürzung der Auslassphase erzielt werden. Hierbei wird das Auslassventil 6 (Fig. 10) z.B. gegenüber der Leerlaufbetriebsart 110 (Fig. 9) für einen kürzeren

15 Zeitraum geöffnet. Die für die verkürzte Auslassphase erforderliche Ansteuerung ist der gestrichelten Kurve aus Figur 2 zu entnehmen, in der die zur herkömmlichen Ansteuerung gehörigen Kurven wiederum durchgezogen eingezeichnet sind. Im Gegensatz zur vorherigen

20 Ausführungsform der Erfindung trifft hierbei das Ende der erfindungsgemäß verkürzten Auslassphase zeitlich mit dem Ende der herkömmlichen Auslassphase zusammen. Diese Verfahrensvariante ist auch bei Brennkraftmaschinen anwendbar, die allein eine Variation der Öffnungsduer der

25 Ein-/Auslassventile 5, 6 erlauben.

Eine weitere Verfahrensvariante, bei der ein Schließzeitpunkt des Einlassventils 5 gegenüber dem beispielsweise in der Leerlaufbetriebsart 110 verwendeten Standardschließzeitpunkt verzögert wird, ist in Figur 3 dargestellt. Die erfindungsgemäße Verzögerung des Schließzeitpunkts ergibt sich durch eine mit in Figur 3 nach rechts deutenden Pfeilen symbolisierte Verschiebung der Ansteuerung des Einlassventils 5, die wiederum

gestrichelt eingezeichnet ist.

Durch die erfindungsgemäße Verschiebung des Schließzeitpunkts des Einlassventils 5 ergibt sich eine Verringerung des im Brennraum 4 herrschenden

5 Kompressionsdrucks der Brennkraftmaschine 1, so dass auch hierdurch ein sicherer Direktstart der Brennkraftmaschine 1 begünstigt wird.

Eine weitere erfindungsgemäße Verfahrensvariante, bei der sich eine Verzögerung des Schließzeitpunkts des Einlassventils 5 ergibt, ist in Figur 4 gezeigt und ist durch eine gegenüber z.B. der Leerlaufbetriebsart 110 verlängerte Öffnungsduer des Einlassventils 5 gekennzeichnet. Diese Verfahrensvariante ist wiederum auch bei Brennkraftmaschinen anwendbar, die allein eine

15 Variation der Öffnungsduer der Ein-/Auslassventile 5, 6 erlauben, jedoch keine Verstellung einer Phase der Ansteuerung der Ein-/Auslassventile 5, 6.

In Figur 5 ist eine weitere vorteilhafte Verfahrensvariante dargestellt, bei der sowohl die Ansteuerung des  
20 Auslassventils 6 als auch die Ansteuerung des Einlassventils 5 gegenüber z.B. der Leerlaufbetriebsart 110 zeitlich verzögert ist.

Derselbe Effekt ergibt sich auch bei den Varianten der Erfindung gemäß den Figuren 6 bis 8, die jeweils eine  
25 andere Kombination der vorstehend erläuterten Verfahrensvarianten darstellen.

Hierbei zeigt das Ventil-Steuerdiagramm aus Figur 6 eine Kombination der Verfahrensvarianten aus den Figuren 2 und 4, d. h., bei der Ansteuerung gemäß des Ventil-  
30 Steuerdiagramms aus Figur 6 wird das Auslassventil 6 (Figur 10) z. B. gegenüber der Leerlaufbetriebsart 110 (Figur 9) für einen kürzeren Zeitraum geöffnet und gleichzeitig wird

die Öffnungsduer des Einlassventils 5 gegenüber z. B. der Leerlaufbetriebsart 110 verlängert.

Die in Figur 7 gezeigte Variante ist dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung des Auslassventils 6 5 um etwa 20° KW bis 30° KW gegenüber der herkömmlichen Ansteuerung verschoben, d. h. verzögert, und dass gleichzeitig die Öffnungsduer des Einlassventils 5 gegenüber der Leerlaufbetriebsart 110 verlängert ist.

Das Ventil-Steuerdiagramm in Figur 8 zeigt noch eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der die Auslassphase verkürzt ist, und bei der gleichzeitig der Schließzeitpunkt des Einlassventils gegenüber der Leerlaufbetriebsart 110 dadurch verzögert wird, dass die Ansteuerung des Einlassventils 5 gegenüber der 15 herkömmlichen Ansteuerung verschoben wird.

Auch durch die drei letztgenannten Varianten der Ventilansteuerung gemäß den Figuren 6 bis 8 ergibt sich eine Begünstigung des sicheren Direktstarts der Brennkraftmaschine 1.

20 Ganz allgemein ist die erfindungsgemäß Verzögerung des Startauslasszeitpunkts und/oder des während der Startbetriebsart 100 verwendeten Schließzeitpunkts bei allen Brennkraftmaschinen mitnockenwellenfreien Ventiltrieben realisierbar.

25 Darüber hinaus ist die erfindungsgemäß Verzögerung auch beinockenwellenbasierten Ventiltriebssystemen erreichbar, beispielsweise durch den Einsatz von Phasenstellern, die jeweils eine Einlassnockenwelle bzw. eine Auslassnockenwelle verstetlen können.

30 Eine andere Ausführungsform der Erfindung erfordert nur einen Phasensteller, der gleichzeitig die

Einlassnockenwelle und die Auslassnockenwelle verstellt. Eine sich hierbei ergebende Ventilhubkurve ist beispielsweise in der Figur 5 dargestellt.

Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung, die auf einer Verstellung der Nockenwelle(n) basiert, wird die Einlassnockenwelle und/oder die Auslassnockenwelle bereits bei einer Deaktivierung 199, vgl. Fig. 9, der Brennkraftmaschine 1 für einen nächsten Start der Brennkraftmaschine 1 in der Startbetriebsart 100 verstellt, so dass die zur erfindungsgemäßen Verzögerung des Startauslasszeitpunkts und/oder des während der Startbetriebsart 100 verwendeten Schließzeitpunkts des Einlassventils 5 erforderliche Verstellung der Nockenwelle(n) nicht erst bei dem nächsten Start der Brennkraftmaschine 1 bewirkt werden muss.

Je nach den zur Erzielung der erfindungsgemäßen Verzögerung eingesetzten Mitteln ist eine sich mit wachsender Drehzahl der Brennkraftmaschine 1 vermindernde Verzögerung einstellbar oder eine abrupte Deaktivierung der Verzögerung nach dem Überschreiten einer vorgebbaren Mindestdrehzahl der Brennkraftmaschine 1.

Eine Kombination von gleichen oder verschiedenen Phasenstellern, beispielsweise eine Hintereinanderschaltung eines aus dem Stand der Technik bekannten Flügelzellenphasenstellers mit einem ebenfalls bekannten Kettenversteller, ist auch denkbar zur Verwirklichung des für das jeweilige System erforderlichen Verstellbereiches.

Darüber hinaus ist bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung die Kombination eines oder mehrerer der vorstehend genannten Verfahren mit einer Variation des Ventilhubs des Einlassventils 5 und/oder des Auslassventils 6 vorgesehen, wodurch sich noch eine weitere Verbesserung

der Direktstarteigenschaften der Brennkraftmaschine 1 ergibt.

Obwohl das erfindungsgemäße Verfahren sich besonders gut zum Einsatz bei Brennkraftmaschinen mit Direkteinspritzung 5 eignet, ist es auch denkbar, die erfindungsgemäße Ventilansteuerung auch bei Brennkraftmaschinen mit anderen Einspritzsystemen anzuwenden.

5 20.12.2002

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10 Ansprüche

10

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) mit mindestens einem steuerbaren Einlassventil (5) und mindestens einem steuerbaren Auslassventil (6), bei dem die Brennkraftmaschine (1) in einer Startbetriebsart (100)

15 direkt gestartet wird und nach dem Start in mindestens einer weiteren Betriebsart (110) betrieben wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter Startauslasszeitpunkt des Auslassventils (6) zum Ausstoßen von Abgasen der Brennkraftmaschine (1)

20 zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) (110) verwendeten Standardauslasszeitpunkt verzögert wird und/oder dass ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter Schließzeitpunkt des Einlassventils (5) zum Ansaugen von Frischgas zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) (110) verwendeten Standardschließzeitpunkt verzögert wird.

25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzögerung durch Verstellen einer das Auslassventil (6) steuernden Auslassnockenwelle und/oder einer das Einlassventil (5) steuernden Einlassnockenwelle erfolgt.

30 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass je ein Phasensteller zur Verstellung der

Einlassnockenwelle bzw. der Auslassnockenwelle verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Phasensteller zur gleichzeitigen Verstellung der

5 Einlassnockenwelle und der Auslassnockenwelle verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein die Öffnungszeit des Einlassventils (5) / Auslassventils (6) beeinflussendes Ventiltriebssystem zur Verstellung der Einlassnockenwelle und/oder der Auslassnockenwelle verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlassnockenwelle und/oder die Auslassnockenwelle bereits bei einer Deaktivierung (199)

15 der Brennkraftmaschine (1) für einen nächsten Start in der Startbetriebsart (100) verstellt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Einlassventil (5) und/oder das Auslassventil (6) durch einnockenwellenfreies Ventiltriebssystem gesteuert werden.

20

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ventilhub des Einlassventils (5) oder des Auslassventils (6) variiert wird.

25 9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzögerung mit steigender Drehzahl der Brennkraftmaschine (1) schrittweise verringert wird.

10. Vorfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, 30 dadurch gekennzeichnet, dass die Verzögerung bei

Überschreiten einer vorgebbaren Mindestdrehzahl der Brennkraftmaschine (1) deaktiviert wird.

11. Brennkraftmaschine (1) mit mindestens einem steuerbaren Einlassventil (5) und mindestens einem steuerbaren Auslassventil (6), die in einer Startbetriebsart (100) direkt gestartet wird und nach dem Start in mindestens einer weiteren Betriebsart (110) betrieben wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter

10 Startauslasszeitpunkt des Auslassventils (6) zum Ausstoßen von Abgasen der Brennkraftmaschine (1) zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) (110) verwendeten Standardauslasszeitpunkt verzögerbar ist und/oder dass ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter Schließzeitpunkt des Einlassventils (5) zum Ansaugen von Frischgas zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) (110) verwendeten Standardschließzeitpunkt verzögerbar ist.

12. Steuergerät (15) für eine Brennkraftmaschine (1) mit mindestens einem steuerbaren Einlassventil (5) und mindestens einem steuerbaren Auslassventil (6), die in einer Startbetriebsart (100) direkt gestartet wird und nach dem Start in mindestens einer weiteren Betriebsart (110) betrieben wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein während

25 der Startbetriebsart (100) verwendeter Startauslasszeitpunkt des Auslassventils (6) zum Ausstoßen von Abgasen der Brennkraftmaschine (1) zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) (110) verwendeten Standardauslasszeitpunkt verzögerbar ist und/oder dass ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter Schließzeitpunkt des Einlassventils (5) zum Ansaugen von Frischgas zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) (110) verwendeten Standardschließzeitpunkt verzögerbar ist.

13. Computerprogramm für ein Steuergerät (15) einer Brennkraftmaschine (1) mit mindestens einem steuerbaren Einlassventil (5) und mindestens einem steuerbaren Auslassventil (6), die in einer Startbetriebsart (100) direkt gestartet wird und nach dem Start in mindestens einer weiteren Betriebsart (110) betrieben wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter Startauslasszeitpunkt des Auslassventils (6) zum Ausstoßen von Abgasen der Brennkraftmaschine (1) zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) (110) verwendeten Standardauslasszeitpunkt verzögerbar ist und/oder dass ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter Schließzeitpunkt des Einlassventils (5) zum Ansaugen von Frischgas zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) (110) verwendeten Standardschließzeitpunkt verzögerbar ist.

14. Computerprogramm nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Computerprogramm auf einem elektrischen Speichermedium, insbesondere auf einem Flash-Memory oder einem Read-Only-Memory abgespeichert ist.

1 / 4

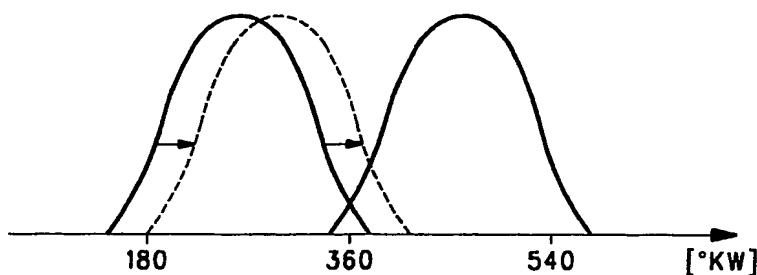


Fig. 1

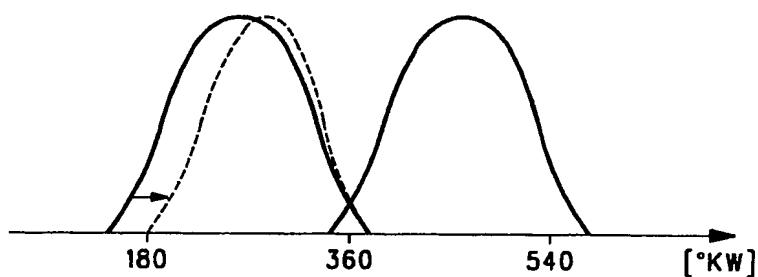


Fig. 2

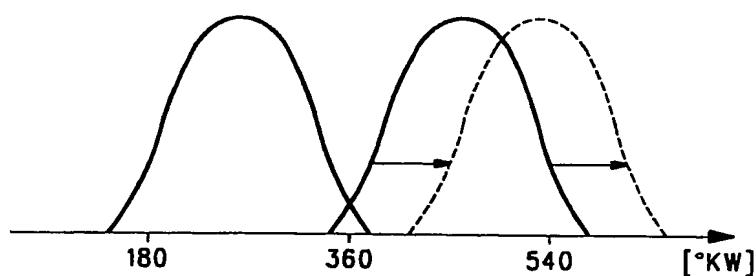


Fig. 3

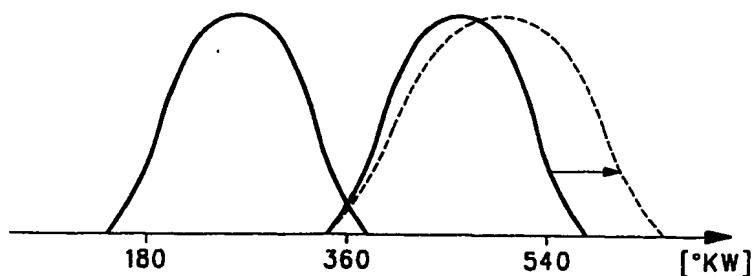


Fig. 4

2 / 4

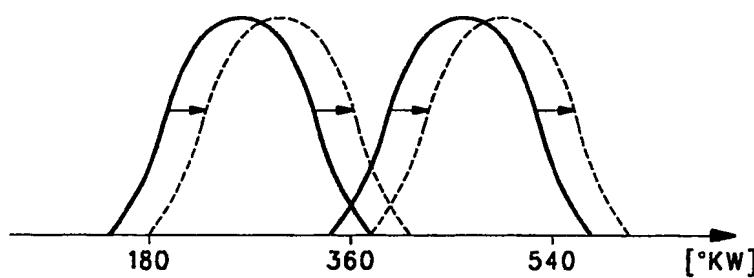


Fig. 5

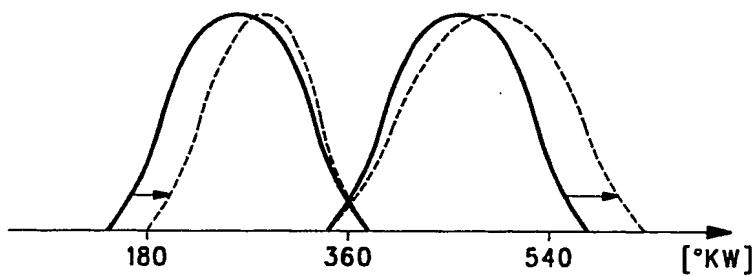


Fig. 6

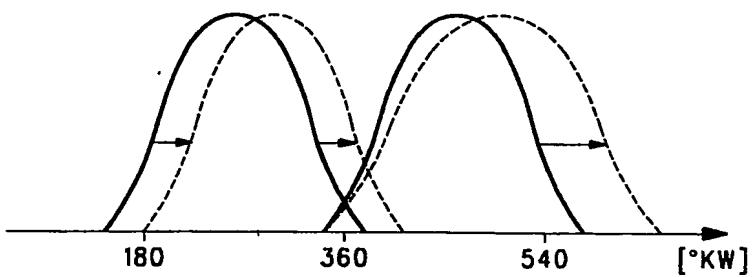


Fig. 7

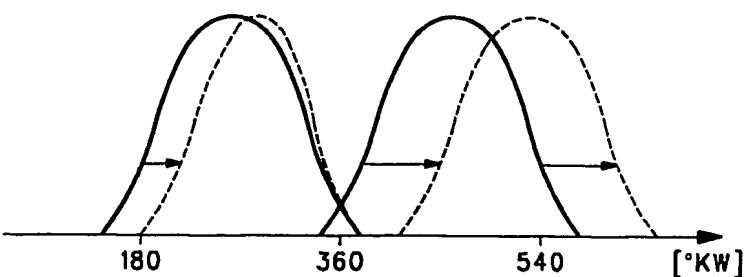


Fig. 8

3 / 4

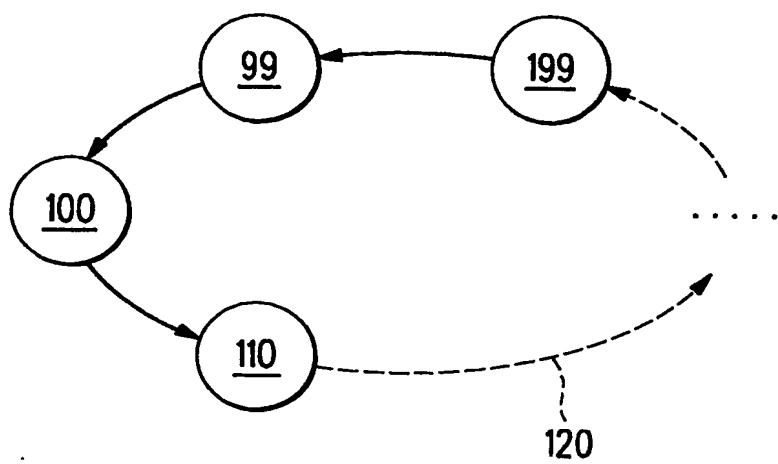


Fig. 9

4 / 4

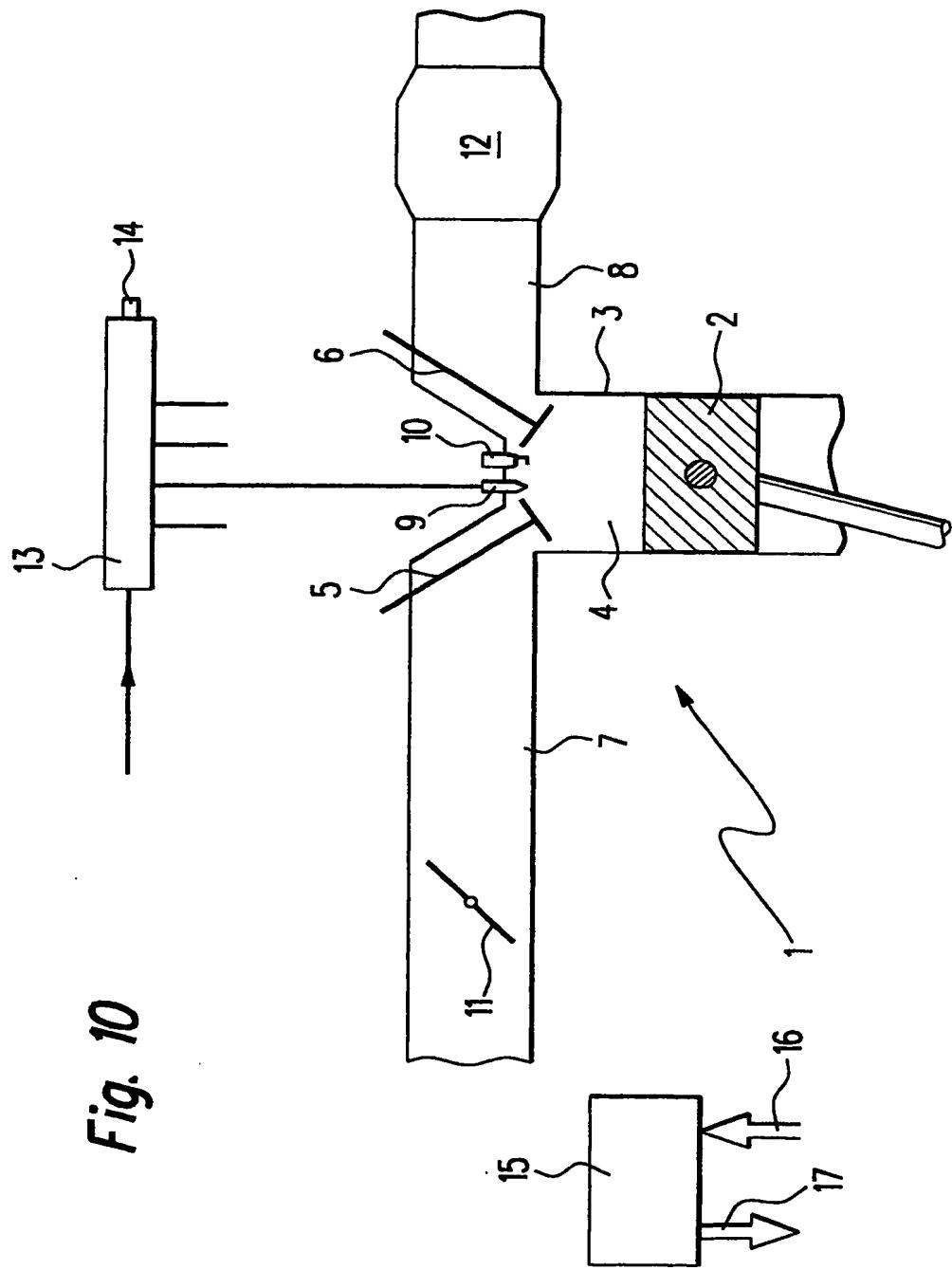


Fig. 10

5

20.12.2002

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

Zusammenfassung

15 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) mit mindestens einem steuerbaren Einlassventil (5) und mindestens einem steuerbaren Auslassventil (6), bei dem die Brennkraftmaschine (1) in einer Startbetriebsart (100) direkt gestartet wird und nach dem Start in mindestens einer weiteren Betriebsart (110) betrieben wird.

20

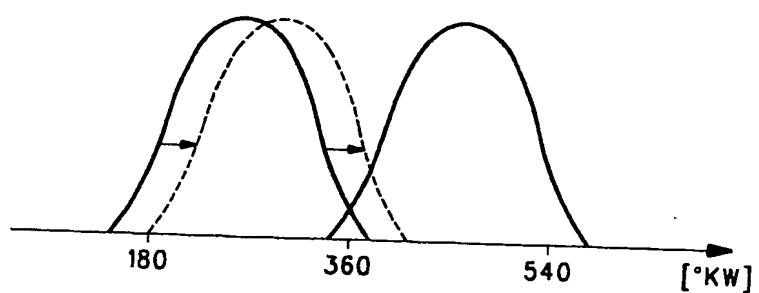
Ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter Startauslasszeitpunkt eines Auslassventils (6) der Brennkraftmaschine (1) wird zeitlich gegenüber einem Standardauslasszeitpunkt verzögert, um die Direktstarteigenschaften der Brennkraftmaschine (1) zu verbessern.

25

30 Zusätzlich ist es für eine weitere Verbesserung der Direktstarteigenschaften möglich, einen während der Startbetriebsart (100) verwendeten Schließzeitpunkt eines Einlassventils (5) zeitlich gegenüber einem Standardschließzeitpunkt zu verzögern.

(Figur 1)

303088



*Fig. 1*